第45卷 第6期
2022年11月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 45 No. 6
Nov. 2022

新疆城市规模分布与自然地理相关性分析

杨梅花， 程锦涛， 郭佳星， 李淑敏

（石河子大学农学院，新疆 石河子 832002）

摘 要：如何实现人口、城市规模和自然地理系统的协调及可持续发展，是城市化中人地关系面临的难题。以新疆91个县域单元为研究对象，基于研究区全域、六大地貌类型和七大水系分区3个空间维度，运用位序-规模法和人口Lorenz曲线法，对城市规模体系和人口分布格局量化分析，探究了新疆城市规模分布与地貌、水系空间分布的相关性。结果表明：(1) 地貌类型区系统规模分布相关系数为0.897，水系分区系统规模分布相关系数为0.951，表明城镇规模格局与水系地理因子关系更紧密。(2) 准噶尔盆地与天山北麓诸河区是2个突出的人口分布聚集单元，同时是地理类型高度叠加区，呈现出城市规模与自然地理结合的空间极化区。(3) 新疆各自然地理单元城市人口分布的异质性表现突出，地貌类型单元内人口集疏格局鲜明，水系分区单元内人口分布相对均衡，其中天山北麓诸河区人口集聚程度较高。总体来看，新疆城市人口规模区域差异特征显著，城市规模等级结构存在断层现象，城市体系发育不成熟，建议加强中等城市规模的发展，完善新疆全域的城市格局。

关 键 词：城市规模；人口；自然地理；新疆

文章编号：1000－6060(2022)06－1958－10(1958～1967)

城市化是社会经济和人口发展到一定阶段的产物，城市发展与自然地理有着密切的联系。在西北干旱地区，城市与自然地理关系尤为重要。地貌与水系作为人类生存自然环境，以影响人口分布的方式来控制城市规模[1]，两者是城市化中人地关系研究的物质实体和核心[2-3]。城市规模分布是发育在地貌、水系自然地理要素上的多重分形[1]。随着城市化的推进，城市规模的无序扩张引起“城市病”“空间错配”等问题[4]。因此，研究城市规模空间分布规律具有现实意义。

城市规模空间分布特征及其成因是国内外学者长期关注的问题[5]。Mandelbrot等[6]将几何学量化的分形理论运用于分析城市规模分布特点，Arlinghaus等[7]运用分形理论论证城市中心地等级体系的分形性质。国内学者也对城市体系空间结构展开了相关分形理论探讨[8]。陈彦光等[9]提出城市与河流存在分维相似性，唐志强等[10]、廖进中等[11]运用分形方法分别研究了土地资源和水资源对城市发展的影响，分形理论还被应用于长春、安徽、山西和河南等地区城市(镇)体系的分形特征实证分析。城市规模可通过人口规模来表示[12]。人口密度Lorenz曲线[13]方法可以量化的表达不同尺度人口空间分布规律。韩嘉福等[14]利用Lorenz曲线建立我国不同人口密度分布地图方法，柏中强等[15]运用Lorenz曲线分析了我国25个省区人口分布特征，林爱文等[16]对湖北省人口与自然地理中土地要素的城镇化关系进行了研究。

已有学者对新疆部分区域城市化与水土资源效益关系进行了分析[17-18]。但目前从自然地理的人地关系方面对新疆城市规模分布特征的量化研究还较为匮乏。本文以新疆91个县域单元为研究对象，基于研究区全域、六大地貌类型区和七大水系分区3个空间维度，运用位序-规模法和人口Lorenz曲线法，对新疆城市规模和人口空间分布特征进行

收稿日期：2022-03-22； **修订日期**：2022-05-04

基金项目：教育部人文社会科学研究项目(18YJCZH220)；兵团社科基金项目(21YB12)；石河子大学高层次人才科研启动资金项目(RCZK2018C04)资助

作者简介：杨梅花(1979-)，女，博士，副教授，主要从事区域发展与生态文明建设研究. E-mail: ymhshz@sina.com

了定量研究，旨在为新疆城市规模结构优化和人口合理发展提供量化依据。

1 研究区概况

新疆维吾尔自治区（简称新疆）地处我国西北部、亚欧大陆腹地，地理位置为73°40′~96°18′E、34°25′~48°10′N，周边与8个国家接壤，是连接中亚通向欧洲的重要交通枢纽，也是我国丝绸之路经济带建设的核心区。新疆面积约为1.66×10^4 km^2，占全国陆地总面积的1/6，是最大的省级行政单元。高山和盆地是新疆最主要的地貌类型，形成"三山夹两盆"的地理环境特征[19]。山地地貌分布接近于东西走向，顺着山形呈带状分布，天山和昆仑山交汇在一起呈"⊂"形分布；河流大多为直接或间接发源于山区，共有大小河流570多条。河流水源的补给主要靠山地降水和三大山脉的积雪、冰川融水，具有明显的季节性特征[20]。新疆为典型的温带大陆性气候，昼夜温差大，干旱少雨，植被稀少，生态环境极为脆弱。生态环境的分布格局与城市发展的可持续性关系紧密。2019年新疆城镇化率为51.87%（http://www.xinjiang.gov.cn），城镇化进程的加快对生态环境形成不同程度的压力。而区域城市规模分布蕴含大量信息，挖掘城市规模分布特征及与自然地理的相关性，对于优化新疆城市体系等级结构，实现人口、城市规模和自然地理系统的协调及可持续发展提供科学的决策与借鉴。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本研究以国务院批复的《新疆城镇体系规划（2012—2030年）》城镇体系为研究范围，将新疆107个县市区合并为91个县域单元，每个县域单元均分布有一个县级或县级以上城市（镇）。其中，天山区等7个市辖区和乌鲁木齐县算作一个县域单元，其对应为乌鲁木齐市，与此单元划定标准相同的还有克拉玛依市。此外，由于哈密市与吐鲁番市包括的县域城市自然地理环境差异显著，故将哈密市分为伊州区、巴里坤哈萨克自治县、伊吾县，吐鲁番市分为高昌区、鄯善县、托克逊县。除上述地域之外，其他县域单元基本同各县市区行政区划范围一致。

城市人口数据主要来源于2020年新疆维吾尔自治区统计局公布的《2019年新疆统计年鉴》（http://slt.xinjiang.gov.cn/）。地貌类型数据基于地理格网的新疆地貌区划[21]，分为阿尔泰山和北塔山、准噶尔西部山地、准噶尔盆地、天山山地、塔里木盆地、昆仑山和阿尔金山六大地貌类型。水系分区数据来源于《新疆维吾尔自治区水资源公报》（http://tjj.xinjiang.gov.cn/），包括吐哈盆地小河区、阿尔泰山南麓诸河区、中亚细亚内陆河区、天山北麓诸河区、塔里木河源区、塔里木河干流区和昆仑山北麓诸小河区七大河流水系。

2.2 研究方法

位序-规模法：因位序-规模法能够有效地反映城市体系的规模等级、分形等特征[22-24]，是城市体系位序-规模结构优化的依据。本研究采用位序-规模法分析城市规模分布特征，相关计算公式如下：

$$\text{齐夫公式：} \ln P_i = \ln P_1 - q\ln i \quad (1)$$

$$\text{帕雷托公式：} N(p) = Ap^{-D} \quad (2)$$

$$R^2 = D \times q \quad (3)$$

式中：P_i为第i位城市的人口数量（人），其中i值为介于1~91之间的整数；P_1为首位城市的人口数量（人）；q为Zipf维数；$N(p)$为大于门槛人口规模的城市数量；p为城市人口规模；A为系数；R^2为位序-规模曲线拟合方程的判定系数；D为分维值。

Lorenz曲线法：Lorenz曲线可以定量的描述人口分布的特征和规律[16]，人口密度是Lorenz曲线绘制的重要参数，也是地区人口分布差异的主要指标[25-26]。根据新疆统计年鉴所得的数据计算出研究区各个县域城市的人口密度，人口密度计算公式如下：

$$\rho = P/S \quad (4)$$

式中：ρ为人口密度（人·km^{-2}）；P为城市人口数量（人）；S为城市单元的面积（km^2）。

首先将各区县单位面积人口数降序排序，然后计算各区县的人口累计比例（Y轴）和面积累计比例（X轴），最后绘出人口密度Lorenz曲线。

四城市指数：四城市指数是区域内首位城市人口集聚度的数量指标，计算公式如下：

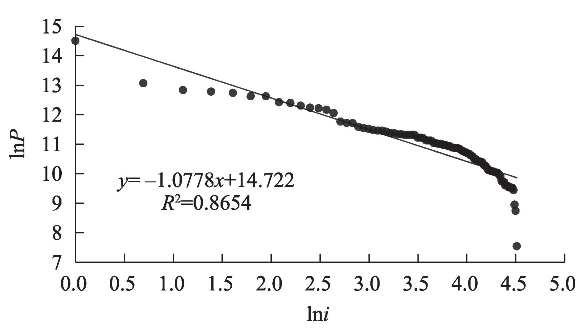
$$S_4 = P_1/(P_2 + P_3 + P_4) \quad (5)$$

式中：S_4为四城市指数；P_1、P_2、P_3、P_4分别为人口规模在第1、2、3、4位城市的人口数量（人）。

3 结果与分析

3.1 新疆城市规模空间结构特征

从位序-规模双对数图回归的相关系数来看：新疆城市体系规模分布具有明显的分形特征，存在中间层次缺失的城市规模等级结构断层，城市体系发育不成熟。相关系数为0.930，回归直线和散点的拟合度较好，实际值比较符合模型拟合值（图1）。Zipf维数为1.078，相邻位序等级间城市规模差异不大。坐标图上的第一个离散点与回归线拟合程度较好，同时分维值为0.802，表明首位城市的垄断性较强。双对数散点图上表现出次位城市的明显下沉，且四城市指数值(S_4)为1.66，表明城市体系中上位城市（城市位序i=2, 3, 4）的城市规模较低。从城市数量结构看，大城市数量太少、比重低是新疆城市规模结构突出的问题，仅有Ⅱ型大城市1座，占城市群数量的1.1%，中等城市数量为0，其中2×10^5人以下的Ⅱ型小城市数量最多，比重达86.8%，表明城市体系结构需调整转变。



注：ln$i$为城市位序对数；ln$P$为城市规模对数。下同。

图1 新疆城市规模分布双对数分布图

Fig. 1 Double logarithm diagram of urban scale distribution in Xinjiang

从城市人口集聚度来看，新疆城市规模分布异质性突出。从人口密度分布值域范围数量结构来看（表1），城市人口密度低于25人·km^{-2}的城市数量占整体的83.52%，面积占研究区的96.89%，但人口仅占总量的48.45%，表明新疆城市人口密度总体偏低。人口密度高于500人·km^{-2}的城市个数仅有4个，面积仅占总体0.07%，而人口却占研究区总数的12.15%，反映出个别城市人口高度聚集。

表1 人口密度值域范围的总人口及面积统计

Tab. 1 Statistics of total population and area in different range value of population density

人口密度值域/人·km^{-2}	统计单元数	总人口/人	人口占比/%	总面积/km^2	面积占比/%
0~1	13	257180	2.69	738571.75	44.32
1~25	63	4368535	45.76	875939.47	52.57
25~50	5	832139	8.72	25464.31	1.53
50~100	2	432123	4.53	8042.80	0.48
100~500	4	2495816	26.15	17191.23	1.03
＞500	4	1160047	12.15	1189.54	0.07

人口格局Lorenz曲线分析发现：Lorenz曲线弯曲程度较大，新疆城市人口分布的不均匀性较严重（图2）。与表1结合分析，城市人口密度大于100人·km^{-2}有8个县域单元，这8个县域单元人口累计占总数的38.30%而面积累计占比仅为1.10%，人口集聚显著，为新疆城市核心区。当人口累计百分比达到80%时，面积累计百分比为17.76%，这符合"二八定律"，此时对应的城市人口密度为5.22人·km^{-2}。当城市人口密度累计百分比达到90%时，面积累计百分比为35.45%，其余64.55%的面积仅分布了10%的城市人口，人口密度低于3.06人·km^{-2}。

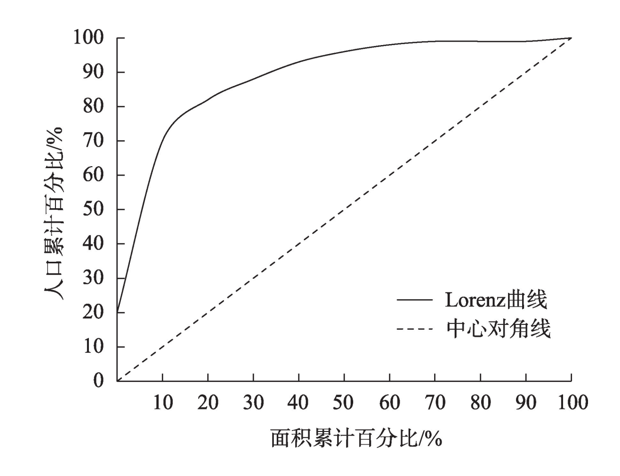


图2 新疆91个县域城市人口分布Lorenz曲线

Fig. 2 Lorenz curve of population distribution in 91 county cities in Xinjiang

3.2 新疆城市规模分布与地貌要素的相关性分析

从位序-规模双对数图回归的相关系数来看，六大地貌类型区城市规模分布与地貌系统规模分布均具有分形特征(图3)。其中天山山地的城市规模分布双对数模型拟合程度相对较低。由表2中的相关系数值可知，天山山地区域最小为0.871，反映出该区域与其他五大地貌类型区城市群之间的分形差异明显。天山山地城市规模分布双对数图中起始离散点距回归线较远，说明该区域内的首位城市垄断性较弱。另外，对比首位城市规模双对数值($\ln P_1$)，准噶尔盆地在各地貌类型间位居第一，表明该区域内首位城市规模最大，城市极化效应明显。从城市规模结构来看，塔里木盆地城市规模分布双对数散点图上表现出次位城市明显上升，城市体系存在下位层次过多而引起的城市群支撑功能不足现象。

从城市规模分布分维值来看，六大地貌类型区城市规模分布的分维值均小于1，除塔里木盆地城市体系规模结构分布呈弱分散性格局外，其余地理单元均呈现不均衡的分布特征。地貌类型区系统规模分布相关系数为0.897，各地貌类型区分维值在0.582~0.993之间(表2)，其中塔里木盆地的分维值接近1，表明该区域城市分布基本符合捷夫法则，城市规模分布格局较均衡，但其首位城市不突出。而其他五大地貌类型区的分维值均小于0.650，首位城市有较强的垄断性，反映区域内城市规模差异较大，城市等级与分层比较分散。各地貌类型区内城市分布的数量差异较大。天山山地区域内分布的城市数量最多，占总量的36.26%，而阿尔泰山与北塔山山地区域内的城市数量仅占4.40%。同时准噶尔盆地四城市指数最大为2.46，表明首位城市乌鲁木齐主导作用突出，垄断性较强。

从人口分布集聚度来看：新疆地貌类型的城市群人口密度整体偏低，各单元之间差异较大。表3

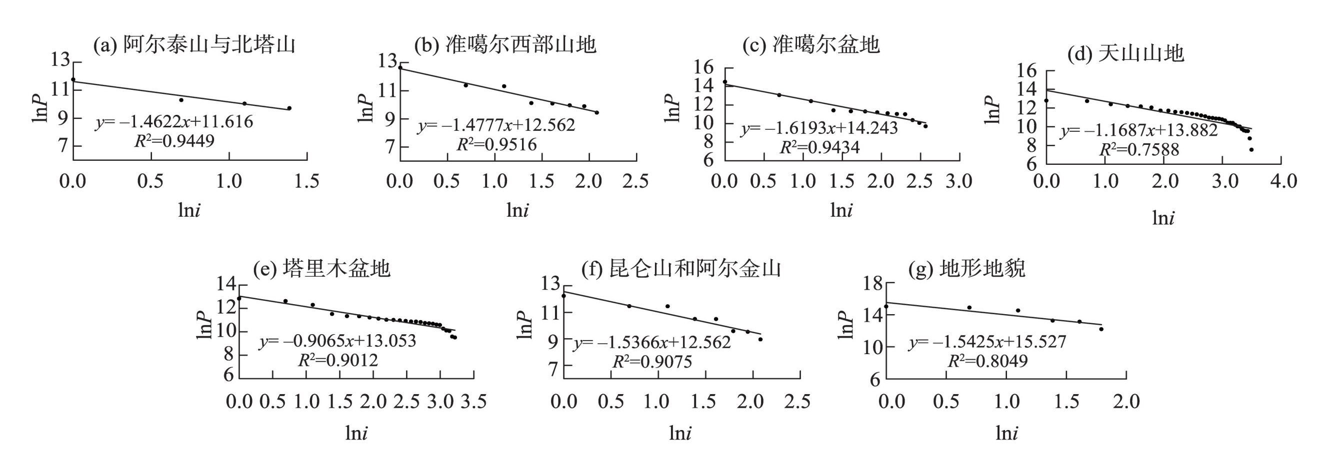


图3 新疆地貌类型区城市规模分布双对数分布图

Fig. 3 Double logarithm diagram of urban scale distribution of individual geomorphic type in Xinjiang

表2 新疆地貌类型区城市规模分布的分维值

Tab. 2 Fractal dimension value of urban scale distribution of individual geomorphic type in Xinjiang

地貌类型	城市数量	Zipf维数值	相关系数	分维值	四城市指数
阿尔泰山与北塔山	4	1.462	0.972	0.646	–
准噶尔西部山地	8	1.478	0.975	0.643	1.58
准噶尔盆地	13	1.619	0.971	0.582	2.46
天山山地	33	1.169	0.871	0.649	0.45
塔里木盆地	25	0.907	0.949	0.993	0.60
昆仑山和阿尔金山	8	1.537	0.953	0.591	0.91
地形地貌	–	1.543	0.897	0.522	–

注：分维值<1且其值越小时，区域城市人口分布差异越大。四城市指数>1时，区域呈高等程度城市首位分布；四城市指数<1时，区域呈低等程度首位分布。下同。

表3 新疆地貌类型区城市人口及面积占比

Tab. 3 Proportion of urban population and area of individual geomorphic type in Xinjiang

地貌类型	面积占比/%	人口占比/%	人口密度/人·km^{-2}
阿尔泰山与北塔山	4.02	2.07	2.95
准噶尔西部山地	5.63	6.04	6.14
准噶尔盆地	8.88	34.80	22.46
天山山地	27.44	30.60	6.38
塔里木盆地	38.44	21.22	3.16
昆仑山和阿尔金山	15.59	5.27	1.94

统计了地貌类型区城市人口和面积占新疆总体的比例及单元区人口密度。地貌类型区人口密度最大的是准噶尔盆地，为22.46人·km^{-2}，是城市人口集聚中心；人口密度最小的是昆仑山和阿尔金山，为1.94人·km^{-2}，是城市人口分布稀疏区。以人口密度为指标，可将地貌类型区划为3类：（1）人口密度>10人·km^{-2}，包括准噶尔盆地，该区域面积仅占研究区8.88%，但分布了新疆34.80%的人口，反映该地区自然地理与城市耦合关系紧密。（2）人口密度>5人·km^{-2}且<10人·km^{-2}，包含准噶尔西部山地与天山山地，这类区域在新疆占33.07%的面积，分布着占全疆36.64%的人口，显示人地关系比较协调。（3）人口密度<5人·km^{-2}，该类型区包括塔里木盆地、阿尔泰山与北塔山、昆仑山和阿尔金山，该地区城市规模普遍较小。

人口分布Lorenz曲线分析，对比新疆城市体系整体人口分布Lorenz曲线分析结果，六大地貌类型区内人口集疏格局鲜明，有2个地理单元人口高度集聚（图4）。塔里木盆地与准噶尔盆地人口分布Lorenz曲线弯曲程度大于新疆整体人口分布Lorenz曲线，当城市面积累计百分比达到20%时，2个地貌类型内的人口累计百分比均大于85%，表明这2个地貌单元内人口分布的集聚性突出。其他地貌类型内人口分布Lorenz曲线弯曲程度较平缓，与中心对角线的距离较近，反映出各城市群人口分布较分散。

3.3 新疆城市规模分布与水系要素的相关性分析

从位序-规模双对数回归的相关系数来看，七大水系分区与水系系统规模分布均具有分形特征（图5），其中3个水系分区内城市规模分布拟合度较好。由决定系数可知，昆仑山北麓诸小河区最大为0.988，近似于1，图中回归直线和散点重合较好，该流域的城市规模分布分形特征最明显。塔里木河源区城市规模分布双对数图中起始离散点与回归线的距离较远，说明该区域内的首位城市不突出。对比各个水系分区内首位城市的对数值，天山北麓诸河区远大于其他水系分区，反映出该区域首位城市规模最大。从城市规模结构来看，阿尔泰山南麓诸河区城市规模分布双对数散点图上次位城市下

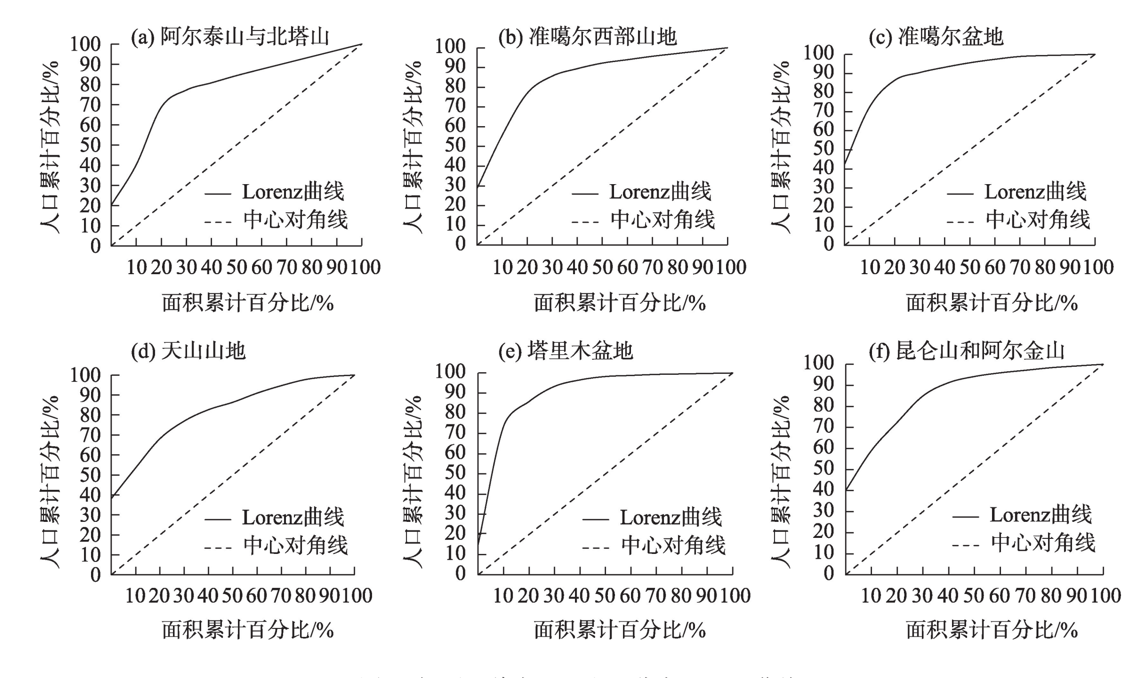


图4 新疆地貌类型区人口分布Lorenz曲线

Fig. 4 Lorenz curve of individual geomorphic type in Xinjiang

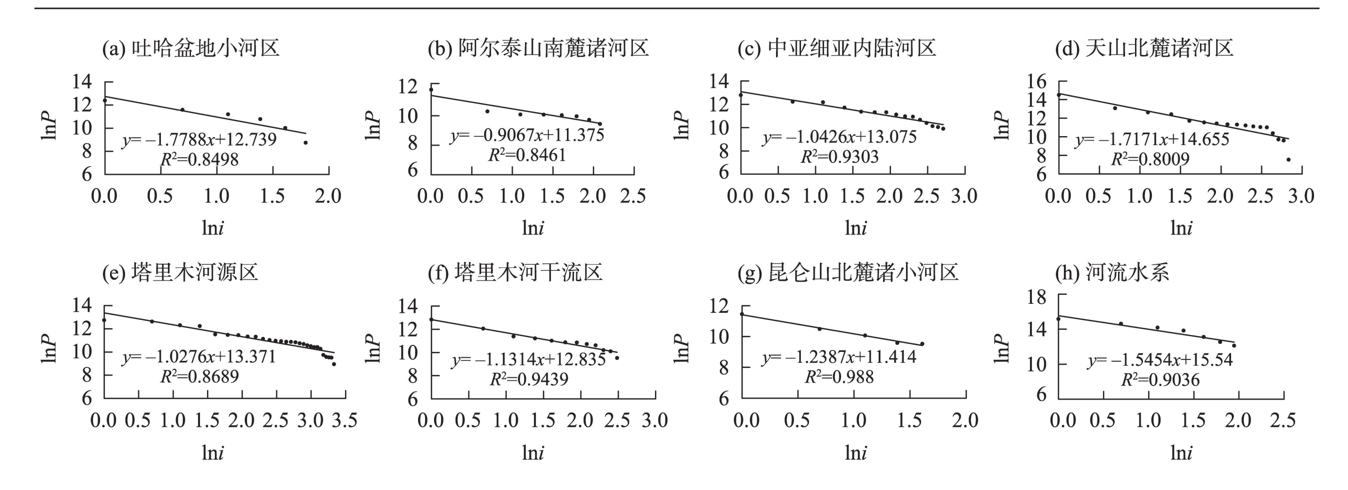


图5 新疆水系分区城市规模分布双对数分布图

Fig. 5 Double logarithm of urban scale distribution of individual water system in Xinjiang

沉，表明该区域城市体系中间层次弱缺。

从城市规模分布分维值来看，七大水系分区城市规模分布的分维值差异较大，不同区域间城市系统规模分布表现出明显的异质性，其中吐哈盆地小河区与天山北麓诸河区不均衡性突出。水系分区系统规模分布相关系数0.951，吐哈盆地小河区与天山北麓诸河区的分维值分别为0.406和0.374，而其他5个水系区域的分维值分布在0.735~0.829之间（表4），反映出这2个区域城市群等级结构松散，各水系单元分布城市数量差异较大。其中塔里木河源区的城市数量最多，占总数的30.77%。中亚细亚内陆河区与塔里木河源区的四城市指数较低，分别为0.69和0.47，表明其首位城市规模较小，垄断性较弱。天山北麓诸河区的四城市指数值最大为1.95，反映该区域的首位城市垄断性强。

从人口分布集聚度来看：新疆水系分区地理单元间人口密度差异较大。表5统计了水系分区城市人口和面积占新疆总体的比例及单元区人口密度。七大水系内人口密度最大的是天山北麓诸河区，为25.48人·km^{-2}，是城市人口集聚中心；人口密度最小的是昆仑山北麓诸小河区，为0.39人·km^{-2}，是城市人口分布稀疏区。以人口密度为指标，可将水系分区划分为以下3类：(1) 人口密度>10人·km^{-2}，包括中亚细亚内陆河区与天山北麓诸河区，该流域面积约占研究区15.31%，却分布了新疆55.49%的人口，反映该区域水资源丰富，适宜人类居住。(2) 10人·km^{-2}>人口密度>5人·km^{-2}，包括塔里木河干流区与塔里木河源区。这2个分区占研究区总面积的35.96%，分布了占总体34.43%的人口，在一定程度上反映该区域人地关系比较均衡。(3) 人口密度<5人·km^{-2}，包括阿尔泰山南麓诸河区、吐哈盆地小河区与昆仑山北麓诸小河区。该区域占总面积的48.73%，但分布了总体10.08%的人口，说明这3个水系自然单元人口分布稀疏。

人口分布Lorenz曲线分析：对比新疆城市体系整体人口分布Lorenz曲线分析结果，七大水系分区

表4 新疆水系分区城市规模分布的分维值

Tab. 4 Fractal dimension value of urban scale distribution of individual water system in Xinjiang

水系分区	城市数量	Zipf维数值	相关系数	分维值	四城市指数
吐哈盆地小河区	6	1.779	0.922	0.406	1.06
阿尔泰山南麓诸河区	8	0.907	0.920	0.789	1.66
中亚细亚内陆河区	15	1.043	0.965	0.829	0.69
天山北麓诸河区	17	1.717	0.895	0.374	1.95
塔里木河源区	28	1.028	0.932	0.735	0.47
塔里木河干流区	12	1.131	0.972	0.788	1.13
昆仑山北麓诸小河区	5	1.239	0.999	0.788	1.28
河流水系	–	1.545	0.951	0.585	–

表5 新疆水系分区城市人口及面积占比

Tab. 5 Proportion of urban population and area of individual water system in Xinjiang

水系分区	面积占比/%	人口占比/%	人口密度/人·km^{-2}
吐哈盆地小河区	12.58	5.24	2.39
阿尔泰山南麓诸河区	8.26	2.93	2.03
中亚细亚内陆河区	6.25	15.19	13.93
天山北麓诸河区	9.06	40.30	25.48
塔里木河源区	23.79	23.67	5.70
塔里木河干流区	12.17	10.76	5.06
昆仑山北麓诸小河区	27.89	1.91	0.39

内人口集疏格局相对均衡，其中天山北麓诸河区人口集聚程度较高(图6)。天山北麓诸河区人口分布Lorenz曲线弯曲程度与新疆城市体系整体人口分布Lorenz曲线(图2)最为相似，且当城市面积累计百分比达20%时，人口累计百分比为80%，表明该区域内城市间人口分布不均衡性较强。其他水系分区内人口分布Lorenz曲线弯曲程度较平缓，与中心对角线的距离较近，反映出各城市群内城市人口分布较分散。特别是吐哈盆地小河区，人口分布Lorenz曲线几乎平行于中心对角线，反映出该区域城市间人口分布较均匀。

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 城市规模分布具有分形特征；地貌类型区系统规模分布相关系数0.897，水系分区系统规模分布相关系数0.951，表明城镇规模格局与水系地理因子关系更紧密；地貌类型区城市规模分布的分维值均小于1，地理单元城市群呈现不均衡的分布特征，其中塔里木盆地城市体系规模结构分布呈弱分散性格局；七大水系分区城市规模分布的分维值差异较大，不同区域间城市系统规模分布表现出明显的异质性，吐哈盆地小河区与天山北麓诸河区城市规模分布不均衡性突出。

(2) 新疆城市规模体系存在大城市较少、中间层缺失的现象，城市体系发育不成熟；准噶尔盆地与天山北麓诸河区是2个突出的人口分布聚集单元，同时是地理类型高度叠加区，呈现出城市规模与自然地理结合的空间极化区；地貌类型区内天山山地城市规模分布双对数模型拟合程度相对较低，首位城市垄断性较弱，塔里木盆地城市体系存在下位层次过多引起城市群支撑功能不足；水系分区内中亚细亚内陆河区、塔里木河干流区与昆仑山北麓诸小河区内城市分布与城市规模分布双对数模型拟合度较好，阿尔泰山南麓诸河区城市体系存在中间层断缺现象。

(3) 新疆城市人口分布的异质性表现突出，人口Lorenz曲线弯曲程度较大，严重偏离中心对角线；地貌类型单元内人口集疏格局鲜明，塔里木盆地与准噶尔盆地人口高度集聚；水系分区单元内人口分

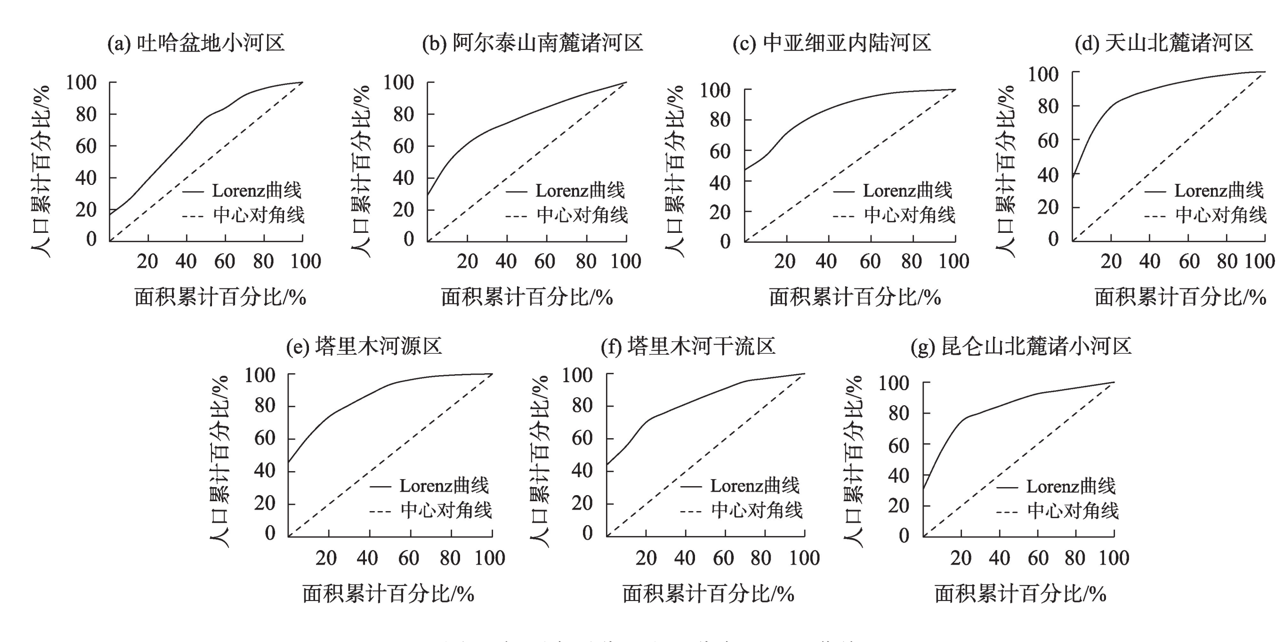


图6 新疆水系分区人口分布Lorenz曲线

Fig. 6 Lorenz curve of individual water system in Xinjiang

布相对均衡，其中天山北麓诸河区人口集聚程度较高；各自然地理单元之间人口密度差异较大。

4.2 建议

新疆城市规模与人口分布总体结构失衡是城市规模体系的突出问题。在自然地理单元中，受地区间的产业结构布局不均衡[27]、经济发展不均衡[28]等因素的影响，导致新疆城市规模普遍存在中等规模城市的缺失以及小城市相对萎缩的"过小化"现象。此外，七大水系区分形特征的分维值为0.585，小于新疆城市体系分维值0.802，这反映城市体系水资源短缺。针对新疆城市规模分布特征与自然地理之间存在的问题，本研究提出以下几点优化建议：(1)协调城市化进程中自然地理区域系统发展，完善自然地理单元城市规模等级结构。如通过政策支持边境地区博乐市、温泉县、阿拉山口市等发展，加强推动口岸经济，培育区域城镇产业结构优势，使天山北麓诸河区城镇等级格局得到进一步优化，从而实现区域协调发展。(2)积极培育中等城市，选取自然资源环境较好而位序较低的城市，将其发展为中等城市，提升城市群支撑功能。针对分布在阿尔泰山与北塔山的富蕴县、哈巴河县、青河县等人口密度较低的城市，通过创新帮扶模式，加强教育、科技、人才等方面的支持，加强人口、产业资源的引入以促进经济提升，同时推进城镇的基础设施建设，从而缩小与中等城市之间规模差距。(3)加强城市规模和人口分布的异质性研究，实现城市规模与城市及其发展阶段、方式的测度与协调，以此优化城市"人"与"地"各个要素及其组合。例如，吐哈盆地小河区应利用地缘条件优化区域空间产业结构，在各边缘城镇群内部，根据城市群禀赋，建立多个小型集群，以缓解地区的不平衡，促进区域间的经济往来，推动区域内各等级规模城市协同发展。

城市规模等级结构合理与否直接影响着城市群功能的发挥与竞争力的强弱，受地貌类型和水系资源等多种因素的影响，城市规模发展总体上以自然地理的结构为模范[29]。本文在分析新疆城市规模和人口分布的影响因素指标选取上难免存在欠缺之处，未来可考虑纳入交通网络、地区经济、生态资源等因素，将有助于城市规模和人口分布的异质性研究，促进城市规模-自然地理协调发展及人地系统的整体优化。

参考文献(References)

[1] 周一星. 城市地理学[M]. 北京: 商务印书馆, 1995: 142-147. [Zhou Yixing. Urban geography[M]. Beijing: Commercial Press, 1995: 142-147.]

[2] 吴传钧. 论地理学的研究核心——人地关系地域系统[J]. 经济地理, 1991, 11(3): 1-6. [Wu Chuanjun. On the research core of geography: The regional system of man earth relationship[J]. Economic Geography, 1991, 11(3): 1-6.]

[3] 申玉铭. 论人地关系的演变与人地系统优化研究[J]. 人文地理, 1998, 13(4): 34-38. [Shen Yuming. A study on the evolution of man-earth relationship and optimization of man- earth system[J]. Human Geography, 1998, 13(4): 34-38.]

[4] 魏守华, 周山人, 千慧雄. 中国城市规模偏差研究[J]. 中国工业经济, 2015(4): 5-17. [Wei Shouhua, Zhou Shanren, Qian Huixiong. Study on the deviation of city size in China[J]. China Industrial Economics, 2015(4): 5-17.]

[5] 余吉祥, 周光霞, 段玉彬. 中国城市规模分布的演进趋势研究——基于全国人口普查数据[J]. 人口与经济, 2013(2): 44-52. [Yu Jixiang, Zhou Guangxia, Duan Yubin. The trend of city size distribution in China: Based on census data[J]. Population & Economics, 2013(2): 44-52.]

[6] Mandelbrot B B. The fractal geometry of nature[M]. New York: W. H. Freeman and Company, 1982.

[7] Arlinghaus S L. Fractals take a non-euclidean place[J]. Geografiska Annaler: Series B, 1985, 67(2): 83-88.

[8] 刘继生, 陈涛. 东北地区城市体系空间结构的分形研究[J]. 地理科学, 1995, 15(2): 136-143. [Liu Jisheng, Chen Tao. A fractal study on the spatial tructure of systems of towns in northeast China [J]. Scientia Geographica Sinica, 1995, 15(2): 136-143.]

[9] 陈彦光, 刘继生. 中心地体系与水系分形结构的相似性分析——关于人-地对称关系的一个理论探讨[J]. 地理科学进展, 2001, 20(1): 81-88. [Chen Yanguang, Liu Jisheng. Studies of analogies of fractal structure between river networks and systems of central places: A theoretical approach to the symmetry between physical and human geographical systems[J]. Progress in Geography, 2001, 20(1): 81-88.]

[10] 唐志强, 曹瑾, 党婕. 水资源约束下西北干旱区生态环境与城市化的响应关系研究——以张掖市为例[J]. 干旱区地理, 2014, 37(3): 520-531. [Tang Zhiqiang, Cao Jin, Dang Jie. Interaction between urbanization and eco-environment in arid area of northwest China with constrained water resources: A case of Zhangye City[J]. Arid Land Geography, 2014, 37(3): 520-531.]

[11] 廖进中, 韩峰, 张文静, 等. 长株潭地区城镇化对土地利用效率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(2): 30-36. [Liao Jinzhong, Han Feng, Zhang Wenjing, et al. The positive analysis of the effect of urbanization on land utilization efficiency in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan[J]. China Population, Resources and

Environment, 2010, 20(2): 30−36.]

[12] 丁浩. 我国城市规模的经济学浅析[J]. 城市, 2006, 211(8): 136−137. [Ding Hao. Economic analysis of urban scale in China[J]. City, 2006, 211(8): 136−137.]

[13] 韩嘉福, 张忠, 齐清文. 中国人口空间分布不均匀性分析及其可视化[J]. 地球信息科学学报, 2007, 9(6): 14−19. [Han Jiafu, Zhang Zhong, Qi Qingwen. Analysis and visualization of the uneven distribution of population in China[J]. Journal of Geo-information Science, 2007, 9(6): 14−19.]

[14] 韩嘉福, 李洪省, 张忠. 基于Lorenz曲线的人口密度地图分级方法[J]. 地球信息科学学报, 2009, 11(6): 833−838. [Han Jiafu, Li Hongsheng, Zhang Zhong. Classification method of population density map based on Lorenz curve[J]. Journal of Geo-information Science, 2009, 11(6): 833−838.]

[15] 柏中强, 王卷乐, 杨雅萍, 等. 基于乡镇尺度的中国25省区人口分布特征及影响因素[J]. 地理学报, 2015, 70(8): 1229−1242. [Bai Zhongqiang, Wang Juanle, Yang Yaping, et al. Characterizing spatial patterns of population distribution at township level across the 25 provinces in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2015, 70(8): 1229−1242.]

[16] 林爱文, 樊星. 湖北省人口城镇化与土地城镇化协调发展分析[J]. 地域研究与开发, 2015, 34(6): 14−18. [Lin Aiwen, Fan Xing. Study on coordinate development between population urbanization and land urbanization in Hubei Province[J]. Areal Research and Development, 2015, 34(6): 14−18.]

[17] 杨宇, 刘毅, 金凤君, 等. 天山北坡城镇化进程中的水土资源效益及其时空分异[J]. 地理研究, 2012, 31(7): 1185−1198. [Yang Yu, Liu Yi, Jin Fengjun, et al. Spatio-temporal variation of land and water resources benefit of north slope of Tianshan Mountains under the background of urbanization[J]. Geographical Research, 2012, 31(7): 1185−1198.]

[18] 杨宇, 刘毅, 金凤君, 等. 塔里木河流域绿洲城镇发展与水土资源效益分析[J]. 地理学报, 2012, 67(2): 157−168. [Yang Yu, Liu Yi, Jin Fengjun, et al. Spatio-temporal analysis of urbanization and land and water resources efficiency of oasis cities in Tarim River Basin[J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(2): 157−168.]

[19] 袁方策, 杨发相. 新疆地貌的基本特征[J]. 干旱区地理, 1990, 13(3): 1−5. [Yuan Fangce, Yang Faxiang. The basic geomorphologic characteristics of Xinjing, China[J]. Arid Land Geography, 1990, 13(3): 1−5.]

[20] 陈亚宁, 徐长春, 杨余辉, 等. 新疆水文水资源变化及对区域气候变化的响应[J]. 地理学报, 2009, 64(11): 1331−1341. [Chen Yaning, Xu Changchun, Yang Yuhui, et al. Hydrology and water resources variation and its responses to regional climate change in Xinjiang[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(11): 1331−1341.]

[21] 柴慧霞, 周成虎, 陈曦, 等. 基于地理格网的新疆地貌区划方法与实现[J]. 地理研究, 2008, 27(3): 481−492. [Cai Huixia, Zhou Chenghu, Chen Xi, et al. The new methodology of geomorphologic zonalization in Xinjiang based on geographical grid[J]. Geographical Research, 2008, 27(3): 481−492.]

[22] 岳文泽, 徐建华, 司有元, 等. 分形理论在人文地理学中的应用研究[J]. 地理学与国土研究, 2001, 17(2): 51−56. [Yue Wenze, Xu Jianhua, Si Youyuan, et al. Applications of fractal geometry theory in the study of human geography[J]. Geography and Territorial Research, 2001, 17(2): 51−56.]

[23] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 392−401. [Xu Jianhua. Mathematical methods in modern geography[M]. Beijing: Higher Education Press, 2002: 392−401.]

[24] 陈彦光. 城市位序−规模法则的理论难题: 数理本质与解决方案[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2001, 29(2): 98−101. [Chen Yanguang. Zhou's Paradox on rank-size rule of cities: Mathematical essence and solution[J]. Journal of Shaanxi Normal University (Natural Science Edition), 2001, 29(2): 98−101.]

[25] 吴文钰, 高向东. 中国城市人口密度分布模型研究进展及展望[J]. 地理科学进展, 2010, 29(8): 968−974. [Wu Wenyu, Gao Xiangdong. Population density functions of Chinese cities: A review[J]. Progress in Geography, 2010, 29(8): 968−974.]

[26] 杜国明, 于凤荣, 张树文. 城市人口空间分布模拟与格局分析——以沈阳市为例[J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(1): 34−39. [Du Guoming, Yu Fengrong, Zhang Shuwen. Urban population distribution modeling and the pattern identifying: Taking Shenyang City as an example[J]. Journal of Geo-information Science, 2010, 12(1): 34−39.]

[27] 张亚如, 张军民. 城镇化与经济发展的时空相互作用机制研究——以新疆为例[J]. 干旱区地理, 2020, 43(3): 839−848. [Zhang Yaru, Zhang Junmin. Spatio-temporal interaction mechanism of urbanization and economic development: A case of Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(3): 839−848.]

[28] 赵胡兰, 杨兆萍, 韩芳, 等. 新疆旅游产业−经济发展−生态环境耦合态势分析及预测[J]. 干旱区地理, 2020, 43(4): 1146−1154. [Zhao Hulan, Yang Zhaoping, Han Fang, et al. Analysis and forecast of coupling situation among tourism industry-economic development-ecological environment in Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(4): 1146−1154.]

[29] 程钰. 人地关系地域系统演变与优化研究[D]. 济南: 山东师范大学, 2014. [Cheng Yu. The evolution mechanism and optimization of regional system about man-land relationship: A case of Shandong Province[D]. Ji'nan: Shandong Normal University, 2014.]

Correlation analysis between urban scale distribution and physical geography in Xinjiang

YANG Meihua, CHENG Jintao, GUO Jiaxing, LI Shumin

(Agricultural College, Shihezi University, Shihezi 832003, Xinjiang, China)

Abstract: A common problem of the human society-physical geography relationship in urbanization is how to achieve the coordination and sustainable development of population, urban scale, and physical geographical system. This research uses the rank-size rule and population Lorenz curve method to quantitatively analyze an urban scale system and a population distribution pattern from the three spatial dimensions, including the entire geographical region of Xinjiang, China, six geomorphological types, and seven water system partitions. Then, the correlation between urban scale and spatial distributions is presented. The results are as follows. First, the correlation coefficient of system scale distribution in the geomorphological type is 0.897, and the correlation coefficient of system scale distribution in the water system partition is 0.951, indicating that the relationship between the urban scale pattern and water geographical factors is closer. Second, the two prominent population distribution centers are the Junggar Basin and the district at the northern foot of the Tianshan Mountains, which are highly superimposed geographical types. This indicates spatial polarization of the urban scale and natural geography in Xinjiang. Lastly, the heterogeneity of the urban population distribution in various physical geographical units in Xinjiang is obvious. The population concentration and distribution pattern in geomorphological type units are distinct, and the population distribution in water system partition units is relatively balanced. Overall, the difference in population size in Xinjiang is significant, the hierarchical structure is faulted in the regional urban scale, and the urban system is immature, suggesting that the development of medium-sized cities should be enhanced to improve the urban structure of the entire Xinjiang.

Key words: urban scale; population; physical geography; Xinjiang